

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **AUDIT ENERGI SEBAGAI UPAYA *SUSTAINABILITY ENERGY* DENGAN PENDEKATAN ANP-PROMETHEE (Studi Kasus: Proses Produksi CV. Kapas Putih)**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik

Oleh:

**AULLIYAH FITRI KHASANAH**

**D 600150107**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### **AUDIT ENERGI SEBAGAI UPAYA *SUSTAINABILITY ENERGY* DENGAN PENDEKATAN ANP-PROMETHEE**

Tugas Akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi S-1 untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Hari : **Kamis**  
Tanggal : **18 Juli 2019**

Disusun Oleh:

Nama : Auliyah Fitri Khasanah  
NIM : D600150107  
Jur/Fak : Teknik Industri/Teknik

Mengesahkan,  
Dosen Pembimbing



(Ir. Ratnanto Fitriadi, ST, MT)

## HALAMAN PENGESAHAN

### AUDIT ENERGI SEBAGAI UPAYA *SUSTAINABILITY ENERGY* DENGAN PENDEKATAN ANP-PROMETHEE

Telah dipertahankan pada Sidang Pendadaran Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Dihadapan Dewan Penguji

Hari/Tanggal : Kamis/ 18 Juli 2019

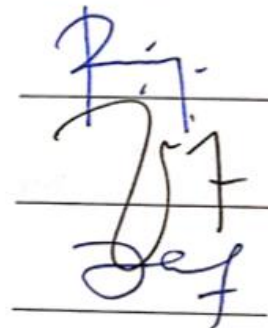
Jam : 13.00 WIB

Menyetujui,

Nama

Tanda Tangan

1. Ir. Ratnanto Fitriadi, ST, MT  
(Ketua Penguji)
2. Ir. Much. Djunaidi, ST, MT  
(Anggota Penguji)
3. Ir. Hafidh Munawir, ST, M.Eng  
(Anggota Penguji)



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
  
Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D, IPM

Ketua Jurusan Teknik Industri  
  
Eko Setiawan, ST, MT, Ph.D

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 18 Juli 2019

Penulis



**AULLIYAH FITRI KHASANAH**

**D600150107**

## MOTTO

شَقِيًّا رَبِّ بِدُعَائِكَ أَكُنْ وَلَمْ شَيْبًا الرَّأْسُ وَاشْتَغَلَ مِنِّي الْعَظْمُ وَهَنَ إِنِّي رَبِّ قَالَ

(“Ia berkata : Ya Tuhanku, sesungguhnya tulangku telah lemah dan kepalaku telah ditumbuhi uban, dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada Engkau, ya Tuhanku”)

(Maryam (19) : 4)

Amal adalah kerangka yang mati, dan nyawanya adalah keikhlasan yang ada dalam amalan tersebut

(Imam Ibnu ‘athaillah)

Sedikit jika dihitung, dan banyak ketikat diikat

(Abu At-Tayyib)

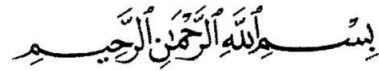
Selalu ada penantian yang mengajarkan keikhlasan tiap titiknya dan kekhawatiran tiap pandanganya dalam kata- Pulang

## **PERSEMBAHAN**

Laporan tugas akhir ini penulis persembahkan kepada:

- Sujud syukur kepada nikmat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang memberikan rahmat dan naungan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penelitian ini. Sholawat dan salam terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad Shalallahu 'alaihi Wassalam.
- Karya sederhana ini dipersembahkan teruntuk kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan segalanya yang tidak terhitung lelahnya. Terima kasih Mama dan Bapak.
- Karya sederhana ini dipersembahkan kepada adik terkasih sebagai salah satu wujud kerja keras untuknya.
- Ucapan terima kasih kepada Bp. Ratnanto Fitriadi selaku dosen pembimbing yang telah membantu, mendukung, menyempatkan waktu dan memberikan motivasi dalam penelitian ini.
- Ucapan terima kasih kepada Verysta Retnadila dan Arif Reza Basirun serta kepada semua teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
- Ucapan terima kasih kepada Sdri. Eliza Arrofi Maharani, ST atas dukungan yang selalu diberikan.
- Ucapan terima kasih kepada keluarga besar LPPITD atas dukungan yang telah diberikan.

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warramatullahi wabarakatuhu, Alhamdulillah segala puji syukur atas nikmat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang selalu diberikan sehingga penelitian tugas akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga senantiasa menaungi nabi Muhammad Salallahu'alai wassalam.

Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan judul “Audit Energi Sebagai Upaya *Sustainability Energy* Dengan Pendekatan ANP-PROMETHEE”.

Penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga peneliti mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Eko Setiawan, ST, MT, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Ratnanto Fitriadi, ST, MT selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak dan Ibu seluruh dosen Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Sholeh dan Ibu Wiwik selaku pemilik CV. Kapas Putih Klaten

Semoga Allah Allah Subhanahu wa Ta'ala selalu menaungi kita semua. Semoga apa yang disajikan dalam Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak yang membutuhkan.

Surakarta, 18 Juli 2019

Penulis

Auliyah Fitri Khasanah

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN .....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
ABSTRAK .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Industri Tekstil.....	5
2.2 CV. Kapas Putih.....	5
2.2.1 Gambaran Umum .....	5
2.2.2 Peralatan Produksi.....	6
2.2.3 Proses Produksi .....	7
2.3 Energi .....	11
2.3.1 Energi Tak Terbaharui .....	11
2.3.2 Energi Terbaharui.....	11
2.4 Ketahanan Energi dan <i>Sustainable Energy for All</i> (SEFA).....	12



<b>2.5 Audit Energi .....</b>	<b>13</b>
2.4.1 Survei Energi ( <i>Walk Through Audit</i> ) .....	13
2.4.2 Audit Energi Awal ( <i>Preliminary Energy Audit</i> ) .....	13
2.4.3 Audit Energi Terinci ( <i>Detailed Energy Audit</i> ).....	14
<b>2.6 Intensitas Konsumsi Energi .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 Analytic Network Process (ANP) .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9.1 Konsep ANP .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9.2 Landasan ANP.....</b>	<b>16</b>
<b>2.9.3 Tahapan ANP .....</b>	<b>17</b>
<b>2.10 Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE).....</b>	<b>19</b>
2.10.1 Konsep PROMETHEE.....	19
2.10.2 Tahapan PROMETHEE .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Subjek dan Objek Penelitian .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>28</b>
1.2.1 Tahap Observasi .....	28
1.2.2 Tahap Pengumpulan Data .....	28
1.2.3 Tahap Pengolahan Data.....	28
1.2.4 Tahap Analisis .....	31
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Audit Energi .....</b>	<b>32</b>
4.1.1 Konsumsi Energi Listrik .....	33
4.1.2 Konsumsi Energi Air.....	34
4.1.3 Konsumsi Kayu Bakar .....	35
<b>4.2 Perhitungan Nilai IKE.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.1 Nilai IKE Bangunan A .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3 Identifikasi Peluang Hemat Energi .....</b>	<b>37</b>
4.3.1 Identifikasi Kriteria dan Sub Kriteria.....	37
4.3.2 Identifikasi Peluang Alternatif .....	37
4.3.3 Pengolahan ANP ( <i>Analytic Network Process</i> ) .....	37
4.3.4 Pengolahan PROMETHEE .....	41

<b>4.4 Identifikasi Limbah.....</b>	<b>53</b>
4.4.1 Limbah Padat.....	53
4.4.2 Limbah Cair.....	53
4.4.3 Asap Kayu Bakar .....	54
<b>4.5 Efisiensi Energi.....</b>	<b>54</b>
4.5.1 Energi Listrik.....	54
4.5.2 Energi Air .....	55
4.5.3 Kayu Bakar.....	57
<b>4.6 Analisis Peluang Hemat Energi .....</b>	<b>58</b>
4.6.1 Analisis Perhitungan Penghematan .....	58
4.6.2 Analisis Perhitungan Nilai IKE.....	60
4.6.3 Analisis Bobot Pengolahan Metode ANP .....	61
4.6.4 Analisis Hasil PROMETHEE .....	62
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>63</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>63</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Struktur Jaringan ANP .....	16
Gambar 2.2 Hirarki Supermatriks .....	18
Gambar 3.1 Kerangka Prosedur Penelitian .....	27
Gambar 4.1 Proses Produksi CV. Kapas Putih .....	32
Gambar 4.2 Jaringan ANP Peluang Hemat Energi .....	38
Gambar 4.3 Jaringan ANP <i>Software Super Decision</i> .....	40
Gambar 4.4 Kuadran Nilai Preferensi .....	44
Gambar 4.5 <i>Redesign</i> Bak Pencucian 1 .....	56
Gambar 4.6 <i>Redesign</i> Bak Pencucian 2 .....	56
Gambar 4.7 Diagram Analisis Konsumsi Energi Listrik .....	59
Gambar 4.8 Diagram Analisis Konsumsi Air .....	59
Gambar 4.9 Diagram Analisis Konsumsi Kayu Bakar .....	60
Gambar 4.10 Diagram Analisis Perbandingan Konsumsi Kayu Bakar-Gas.....	60
Gambar 4.11 Diagram Analisis IKE .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konversi Energi .....	11
Tabel 2.2 Skala Derajat Kepentingan.....	17
Tabel 2.3 <i>Random Index</i> .....	18
Tabel 4.1 Konsumsi Energi Listrik CV. Kapas Putih .....	33
Tabel 4.2 Konsumsi Energi Listrik Fasilitas Pendukung.....	33
Tabel 4.3 Konsum Energi Air CV. Kapas Putih .....	34
Tabel 4.4 Konsumsi Kayu Bakar CV. Kapas Putih .....	35
Tabel 4.5 Nilai IKE Bangunan Produksi CV. Kapas Putih .....	36
Tabel 4.6 Kriteria dan Sub Kriteria PHE .....	37
Tabel 4.7 Peluang Alternatif Hemat Energi .....	37
Tabel 4.8 Nilai Prioritas ANP .....	41
Tabel 4.9 Nilai <i>Judgement</i> Energi Listrik .....	42
Tabel 4.10 Penentuan Tipe Preferensi Energi Listrik .....	43
Tabel 4.11 Nilai Deviasi Energi Listrik .....	43
Tabel 4.12 Nilai <i>Threshold</i> Energi Listrik .....	44
Tabel 4.13 Nilai Indeks Preferensi Global Energi Listrik.....	45
Tabel 4.14 Nilai Alternatif Energi Listrik.....	45
Tabel 4.15 Perangkingan Energi Listrik .....	46
Tabel 4.16 Nilai <i>Judgement</i> Energi Air .....	47
Tabel 4.17 Penentuan Tipe Preferensi Energi Air .....	47
Tabel 4.18 Nilai Deviasi Energi Air .....	48
Tabel 4.19 Nilai <i>Threshold</i> Energi Air .....	48
Tabel 4.20 Nilai Indeks Preferensi Global Energi Air.....	49
Tabel 4.21 Nilai Alternatif Energi Air .....	49
Tabel 4.22 Perangkingan Energi Air.....	49
Tabel 4.23 Nilai <i>Judgement</i> Kayu Bakar .....	50
Tabel 4.24 Penentuan Tipe Preferensi Kayu Bakar .....	50
Tabel 4.25 Nilai Deviasi Kayu Bakar .....	51
Tabel 4.26 Nilai <i>Threshold</i> Kayu Bakar .....	51

Tabel 4.27 Nilai Indeks Preferensi Global Kayu Bakar.....	52
Tabel 4.28 Nilai Alternatif Kayu Bakar .....	52
Tabel 4.29 Perangkingan Kayu Bakar .....	52
Tabel 4.30 Hasil Efisiensi Energi Listrik .....	55
Tabel 4.31 Biaya Konsumsi Listrik Sebelum dan Setelah Penghematan .....	55
Tabel 4.32 Hasil Efisiensi Energi Air .....	57
Tabel 4.33 Hasil Efisiensi Kayu Bakar .....	57
Tabel 4.34 Hasil Efisiensi Dengan Substitusi Gas .....	58

## ABSTRAK

Energi merupakan salah satu dari kontributor terbesar terhadap biaya proses produksi dalam suatu usaha kecil menengah (UKM). Penelitian dilakukan pada CV. Kapas Putih bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengetahui konsumsi energi pada proses produksi di CV. Kapas putih serta memberikan kemungkinan potensi penghematan konsumsi terhadap energi tersebut. Audit energi pada CV. Kapas Putih dilakukan dengan menghitung besar konsumsi energi listrik, air dan kayu bakar serta pemilihan potensi alternatif penghematan energi dilakukan dengan menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP) dan *Peferences Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) yang kemudian dilakukan analisis. Hasil dari perhitungan, analisis dan perhitungan potensi penghematan didapatkan besar nilai penghematan listrik bulan Februari dan Maret 2019 adalah 3%, untuk energi air bulan Februari 2019 adalah 58% dan Maret 2019 adalah 60%, serta untuk kayu bakar bulan Februari 2019 adalah 10% dan Maret 2019 adalah 6%.

**Kata Kunci:** Energi, Audit Energi, Proses Produksi, ANP, PROMETHEE

## ABSTRACT

*Energy is one of biggest contributors cost of the production process in a Small and Medium Business (UKM). The study was conducted at CV. Kapas Putih aims to identify and determine energy consumption in the production process and gives the possibility for potential consumption savings for that energy. Energy audits are carried out by calculating the amount of electricity, water and fuel wood consumption, as well as the selection of potential energy saving alternatives using Analytic Network Process (ANP) and Peferences Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE). The results of calculations, analysis and savings calculation obtained the value of electricity savings in February and March 2019 is 3%, for water energy in February 2019 is 58% and March 2019 is 60% and for fuel wood in February 2019 is 10% and March 2019 is 6%.*

**Keywords:** Energy, Energy Audits, Production Process, ANP, PROMETHEE